



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E FÍSICA**  
**CURSO AGRONOMIA**

**VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA**

**QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS TUBULARES UTILIZADA**  
**NO CULTIVO DE HORTALIÇAS**

**AREIA-PB**

**2018**

**VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA**

**QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS TUBULARES UTILIZADA  
NO CULTIVO DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em  
cumprimento às exigências para obtenção do título  
de Engenheiro Agrônomo

**Orientadora:** Profa. Dra. Maria Betania  
Hermenegildo dos Santos

**AREIA-PB**

**2018**

VALDEIR DE SOUZA OLIVEIRA

**QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS TUBULARES UTILIZADA  
NO CULTIVO DE HORTALIÇAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia da  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em  
cumprimento às exigências para obtenção do  
título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 07 / 02 / 2018

**BANCA EXAMINADORA**

Maria Betania Hermenegildo dos Santos  
Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos - Orientadora  
DQF/CCA/UFPB

Edilene Dantas Teles Moreira  
Profa. Dra. Edilene Dantas Teles Moreira - Examinadora  
DQF/CCA/UFPB

Tereziana Silva da Costa  
Ma. Tereziana Silva da Costa - Examinadora  
DQF/CCA/UFPB

À Deus,  
minha família,  
e a todos que de alguma forma  
contribuíram para a minha formação!

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que é a razão de tudo em nossas vidas, por todas as coisas boas que ele tem me proporcionado; por toda força e coragem, para enfrentar os desafios nessa jornada acadêmica. Obrigado, Senhor!

Às pessoas mais importantes da minha vida: Maria das Graças de Souza Oliveira (minha mãe); Rivaldo de Oliveira (meu pai) e Maria das Vitorias de Souza Oliveira (minha irmã). Sem eles nada disso seria possível, pois são a base forte da minha vida. Sempre me dão forças pra continuar e nunca desistir dos meus sonhos.

À minha avó Adalgiza Paulino, que é mãe “duas vezes”, a meu padrinho Francisco de Assis Paulino, minha madrinha Maria Anunciada, meu tio Fernando Souza, pessoas estas, que sempre acreditaram em mim, no meu potencial, e nunca deixaram eu desanimar, com certeza são pessoas fundamentais na minha vida.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em especial ao Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de estudo. A todos os mestres, sem exceção, que auxiliaram na caminhada nessa instituição, pelos ensinamentos, conselhos e oportunidades que me foram conferidas, dedico.

Em especial a minha orientadora, Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos, por todos os ensinamentos, pela amizade e principalmente por seu lado humano; sempre preocupada em ajudar da melhor forma possível seus orientandos. Todas as atividades desenvolvidas durante os 5 anos de curso, devo a ela. Muito obrigado.

A toda a equipe de análises das águas do Laboratório de Química Analítica, Gabryella Monteiro, Bruna Alves, Jefferson Bonifacio, Thamyres Ribeiro e Rogério Araújo. Vocês foram muito importantes durante esse tempo de convivência e pesquisas.

Aos meus amigos da turma 12.2 e agregados, que o CCA proporcionou-me ao longo dessa jornada. Foram 5 anos de muitos desafios, muita ciência e muita descontração, por isso pra sempre serão especiais e nunca esquecidos. Obrigado Adeildo Reis, Antônio Pereira, Andressa Kamila, Carlos Augusto, Diego Alves, Érico dos Anjos, Expedito Cavalcante, Fabiano Simplicio, Franciane Araujo, Francisco Jeanes, Fernanda Fernandes, Gabriel Gustavo, Galileu Medeiros, Geysillene Mary, Guilherme Almeida, Hiago Antônio, Ian Victor, Ivamberta Alves, Josevan de Andrade, José Edson, Jorge Medeiros, Joaquim Neto, Karollayne Tomaz, Lemerson Brasileiro, Luan de Oliveira, Lucas Rosa, Luana Carneiro,

Manoel Felix, Priscylla Vital, Sabrina Kelly e Vanda Maria. Vocês são muito importantes, e se tornaram da família.

Às pessoas que estiveram presentes ao meu lado, me ajudando de alguma forma, ou de todas as formas que podiam, em especial, Mirelly Miguel Porcino; mas também, Marcia Paloma Leal, André Spinosa, Luís Nunes e Lucas Nunes.

**A todos, o meu muito obrigado!!!**

“Continue sendo forte  
Tenha fé no criador  
Fé também em você mesmo  
Não tenha medo da dor

Siga em frente a caminhada  
E saiba que a cruz mais pesada  
O filho de Deus carregou.”

Bráulio Bessa

## RESUMO

A água é um bem insubstituível, sendo o principal recurso que permite a vida e o desenvolvimento dos seres vivos (animais e vegetais). O setor agrícola é responsável por consumir a maior quantidade de água de boa qualidade no mundo, destinada principalmente a irrigação de grandes áreas frutíferas, culturas anuais e horticultura. O ciclo das hortaliças é relativamente curto, precisando assim de maiores cuidados no manejo, para garantir a qualidade do produto. A água usada nesses sistemas de produção deve respeitar os critérios de qualidade, visando à preservação dos solos e priorizando a colheita de hortaliças sem danos ou contaminações. Devido ao problema de escassez de água na região Nordeste, vem-se aumentando as formas de utilização das águas subterrâneas, em sua maioria provenientes de poços. Com isso, eleva-se a importância de verificar a sua qualidade, uma vez que essas são as que mais enfrentam problemas relacionados à possível contaminação do solo. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água subterrânea oriunda de poços tubulares profundos não jorrantes, usada para irrigação de hortaliças, na zona rural do município de Areia (PB). Foram avaliados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, alcalinidade, gás carbônico, cloretos, dureza, turbidez, temperatura,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , além de cloro residual. A partir dos resultados obtidos, observou-se que os parâmetros físico-químicos avaliados nas amostras de água, mantiveram-se dentro dos limites permitidos pela legislação vigente para utilização na irrigação e também para consumo humano; além disto, a maioria das amostras foram classificadas como água de salinidade baixo, porém com alto teor de sódio.

Palavras chave: Água subterrânea. Irrigação. Parâmetros físico-químicos.



## ABSTRACT

Water is an irreplaceable good, it is the main resource that allows life and development of the living beings (animals and plants). The agricultural sector is responsible for consuming the largest amount of good quality water in the world, mainly for irrigation of large fruit areas, annual crops and horticulture. The vegetable cycle is relatively short, thus requiring careful handling in order to guarantee the product quality. The water used in these production systems must meet the quality criteria, aiming at the preservation of the soil and prioritizing the harvesting of vegetables without damage or contamination. Due to the problem of water scarcity in the Northeast, the use of groundwater has been increasing, mostly from wells, what justify the importance of the verification of the water quality, since these are the most faced problems related to the possible contamination of the soil. Based on that, the aim of this study was to evaluate the groundwater quality from deep non-draft tubular wells, used for irrigation of vegetables, in the rural area of the city of Areia (Paraíba). The following parameters were evaluated: pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, alkalinity, carbon dioxide, chlorides, hardness, turbidity, temperature,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  and  $\text{K}^{+}$ , and residual chlorine. From the obtained results, it was observed that the physical-chemical parameters evaluated in the water samples, remained within the limits allowed by the current legislation for irrigation uses and also for human consumption. Moreover, most of the samples were classified as low salinity water, but with high sodium content.

**Keywords:** Groundwater; irrigation, physico-chemical parameters.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - (A) Cultivo das hortaliças; (B) Poço tubular profundo; (C) Coleta da Água.....	21
<b>Figura 2</b> - Amostragem da água em recipientes de vidro.....	21
<b>Figura 3</b> - (A) Turbidímetro; (B) Condutivímetro; (C) Medidor de pH.....	23

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Valores do pH das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	25
<b>Gráfico 2</b> - Valores de condutividade elétrica das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	26
<b>Gráfico 3</b> - Valores de temperaturas das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	27
<b>Gráfico 4</b> - Valores de oxigênio dissolvido das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	27
<b>Gráfico 5</b> – Valores das concentrações de cloretos (mg/L) das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	28
<b>Gráfico 6</b> - Variação das concentrações de dureza total (mg/L de $\text{CaCO}_3$ ) e Ca (mg/L), das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018 .....	29
<b>Gráfico 7</b> - Valores das concentrações de Na e K (mg/L), das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Parâmetros analisados e métodos utilizados.....	22
<b>Tabela 2</b> - Resultados das análises realizadas nas amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.....	24
<b>Tabela 3</b> - Classificação das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018, quanto salinização e solidificação.....	30

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE GRÁFICOS .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xii
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo Geral .....	16
2.2 Objetivos Específicos .....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	17
3.1 Águas Subterrâneas .....	17
3.2 Qualidade da Água .....	17
3.3 Irrigação no Cultivo de Hortaliças .....	18
3.4 Razão de absorção de sódio (RAS) .....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	21
4.1 Coleta de Água .....	21
4.2 Local das Análises .....	22
4.3 Variáveis Estudadas .....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
5.1 Parâmetros físico-químicos da água .....	24
5.2 Risco de Salinização e Sodificação .....	30
6 CONCLUSÕES .....	32
REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um bem insubstituível, sendo o principal recurso que possibilita a vida e o desenvolvimento de homens, plantas, e outros organismos vivos. O planeta terra é constituído superficialmente por aproximadamente 1,4 bilhões de km<sup>3</sup> de água, sendo 70% de água salgada e apenas 2,5% representa o quantitativo de água doce, deste 70% está na forma de gelo (CARVALHO, 2016).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o território brasileiro possui 12% de toda a água doce disponível no planeta, se incluída a água que se origina de outros países e chega ao Brasil, o percentual fica em torno de 18%. Apesar desse percentual, a região Nordeste ainda sofre com a escassez de água, devido a sua má distribuição no espaço geográfico, uma vez que, desse volume, 70% está na Amazônia, e apenas 5% está em território Nordestino (PENA, 2014). Outro fato agravante relacionado a disponibilidade de água, é que a região nordeste tem a segunda maior população do país, ficando atrás apenas da região sudeste.

Anualmente o setor agrícola é responsável por 87% do consumo total de água de boa qualidade no mundo (SANDRI; ROSA, 2017), destinada principalmente à irrigação de grandes áreas frutíferas, culturas anuais e horticultura. Sendo um recurso fundamental para a produção de alimentos, é importante destacar que seu uso deve ser realizado de forma racional e qualitativa na irrigação (QUEIROZ et al., 2016).

A horticultura é uma área de produção na qual as culturas são de ciclo relativamente curto, e que precisam de maiores cuidados no manejo, para garantir a qualidade do produto (GARCIA FILHO et al., 2017). A água usada nesses sistemas de produção deve respeitar os critérios de qualidade, visando à preservação dos solos e priorizando a colheita de hortaliças sem danos ou contaminações. Dessa forma, o uso adequado da água na agricultura é imprescindível para a sustentabilidade ambiental (FERNANDES et al., 2013).

Segundo estudos realizados por Costa et al. (2012), a região do brejo paraibano tem um elevado potencial em relação a produção de diversas culturas, devido as suas características climáticas, comparando-se ao litoral, mas com índice pluviométrico um pouco abaixo desta. Assim, o município de Areia, tem uma vantagem relacionada à disponibilidade de água de boa qualidade, pois possui um pequeno aquífero natural ao subsolo de excelente qualidade para produção de vegetais, sem afetar planta/solo, além de ser utilizada para o consumo humano.

Vários produtores da região do brejo paraibano se beneficiam e tiram seu sustento cultivando diversos tipos de hortaliças, principalmente coentro e alface, pois segundo Silva et al. (2016), estas culturas são bastante exploradas em todo Brasil, devido a demanda para consumo in-natura.

Segundo Almeida, (2010); Andrade Júnior et al., (2006); Souza et al., (2016) as águas subterrâneas são as que mais enfrentam problemas relacionados à possível contaminação do solo, por isso o conhecimento da qualidade físico-químico dessas águas se torna ferramenta necessária ao planejamento da exploração desse recurso e ao manejo empregado, quando destinada à irrigação, evitando assim contaminação de alimentos, do ambiente e problemas em bombas, filtros e emissores.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade da água subterrânea oriunda de poço tubular profundo não jorrante, usada para irrigação de hortaliças, na zona rural do município de Areia (PB).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Analisar os parâmetros físico-químicos (pH, CE, OD, gás carbônico, temperatura, dureza, turbidez, cloretos) da água utilizada para irrigação;
- ✓ Calcular a concentração dos parâmetros analisados;
- ✓ Verificar se a concentração obtida dos parâmetros analisados está dentro das normas estabelecidas pela Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde e pelas Resoluções nº 357 de 17 de março de 2005 e nº 396, de 3 de abril de 2008; do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
- ✓ Classificar as amostras de águas quanto ao risco de salinização e sodificação dos solos.



### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 Águas Subterrâneas**

As águas subterrâneas são águas localizadas abaixo da superfície do solo, encontrando-se em espaço poroso e fratura de formações litológicas e que fazem parte do ciclo da água, portanto, encontra-se intimamente relacionadas com os processos atmosféricos e climáticos, com o regime de águas superficiais de rios ou lagos e, com as nascentes que a água subterrânea alimenta naturalmente ao chegar à superfície (FUNASA, 2014).

Segundo a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2014), as características das águas subterrâneas, devem ser observadas não só levando em conta as atividades humanas realizadas nas proximidades, mas também características geológicas da massa da água; particularidades hidrogeologias (condutividade hidráulica, porosidade e confinamento) e as propriedades dos solos na área de drenagem, responsáveis por abastecer a massa da água subterrânea.

O manancial subterrâneo é uma das mais importantes reservas para o suprimento de água e pode ser classificado em: poços rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração (SILVA et al., 2017).

Segundo Zoby (2008), os recursos hídricos subterrâneos disponíveis e a produtividade de poços são na maioria das vezes, os fatores decisivos na exploração dos aquíferos. Devido ao crescimento desordenado da perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas, responsáveis pela contaminação dos aquíferos, a questão da qualidade da água subterrânea, com o passar do tempo, vem tornando-se mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no país.

Grande parte da reserva de água doce do planeta não é disponibilizada em forma potável. Já as águas subterrâneas, na maioria das vezes provenientes de poços, são menos comprometidas por fatores físico-químicos e biológicos, do que os mananciais superficiais, porém, vem-se aumentando as formas de utilização dessas águas e, com isso, eleva-se a importância de verificar a sua qualidade (COSTA et al., 2012).

#### **3.2 Qualidade da Água**

A partir do início do século XXI, a água tornou-se um fator limitante no desenvolvimento de regiões do mundo todo, isso devido a crescente expansão demográfica e industrial que trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios (FERREIRA et al., 2015). Além disso, esse recurso vem causando disputa para

os mais diversos usos: consumo humano, industrial, hidrelétrico, e para irrigação, acarretando em dificuldades de abastecimento (GALIZONI; RIBEIRO, 2011; BORTOLI, 2016).

Água de qualidade é aquela que segue os padrões de potabilidade estabelecidos por órgãos responsáveis, estando definida nas concentrações máximas permitidas para determinadas substâncias. No entanto, a definição de qualidade da água está relacionada ao uso destinado. Por exemplo, uma água de qualidade adequada para uso industrial, navegação ou geração hidrelétrica pode não ter qualidade adequada para o abastecimento humano, sistemas de irrigação, recreação ou a preservação da vida aquática (BORTOLI, 2016).

No Brasil, as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2008).

Antes da criação das legislações, a água era avaliada levando em consideração apenas as características físicas (cor, temperatura, sabor e odor), mas ao decorrer do tempo, foram descobertos que outros componentes deviam ser avaliados, como substâncias químicas e microbiológicas presentes (BORTOLI, 2016), que são características importantes para garantir a qualidade na produção de vegetais no setor agrícola, assim como para a saúde humana (CÉLICO, 2015).

Segundo estudos realizados por Boso, Gabriel e Piazzentin (2016), é de fundamental importância analisar a concentração de cada substância encontrada na água, e possíveis danos provocados na produtividade de plantas cultivadas, bem como no solo usado para o cultivo. Sobretudo, esses parâmetros demonstram a importância no planejamento e no monitoramento dos recursos a serem utilizados, visando minimizar possíveis danos e prejuízos futuros ao produtor.

A utilização da água de qualidade é de fundamental relevância para o sucesso na produção de culturas que dispõem de sistemas irrigados. Porém, esta avaliação é, muitas vezes, ignorada durante a elaboração de projetos de irrigação. Consequentemente, a utilização de águas de má qualidade poderá ocasionar efeitos indesejáveis na condução de uma cultura comercial ou servir como meio para contaminação da população, pela presença de compostos químicos e microbiológicos danosos à saúde humana (LIMA et al., 2014).

### **3.3 Irrigação no Cultivo de Hortaliças**

Nos últimos anos a prática de irrigação tem possibilitado o estabelecimento de pessoas em regiões áridas e semiáridas, tornando esses locais habitáveis. A irrigação é considerada

como método efetivo para viabilizar o desenvolvimento socioeconômico e cultural de regiões desfavorecidas, principalmente pela escassez de chuvas. Assim, a irrigação é tida como tecnologia imprescindível no processo de aumento da produção de bens agrícolas e no desenvolvimento humano (TESTEZLAF, 2017).

A irrigação proporciona umidade apropriada para o desenvolvimento das hortaliças visando aumentar a produtividade, assim como diminuir o efeito dos momentos secos. Se adotada corretamente, essa prática confere maior competitividade e lucratividade ao produtor, pois ajuda numa produção mais sustentável e ainda reduzindo diretamente o desperdício de água e de energia (SEBRAE, 2015).

É preciso atentar para uma questão importante na irrigação de hortaliças, uma vez que estas apresentam ciclo curto e exigem água continuamente para seu desenvolvimento, consumindo pouca água no início, aumentando até um ponto máximo e posteriormente diminui, ficando bem abaixo do consumo máximo. Falta de água no período de maior consumo, é um fator prejudicial para todo o desenvolvimento do vegetal (fruto, folha, caule e raiz) (SEBRAE, 2015).

As hortaliças são caracterizadas por sua importância na alimentação humana e o seu consumo tem se elevado não só pelo aumento da população, mas especialmente pela intenção de mudança no hábito alimentar dos consumidores. Dentre as diversas hortaliças produzidas, destacam-se com maior demanda para o consumo a “mais popular hortaliça folhosa”, o coentro, rico em vitaminas A, B1 e B2 e a alface, fonte de vitaminas e sais minerais (FIOROTTI et al., 2011; SILVA, E. et al., 2011; SILVA et al., 2016).

O maior desafio da agricultura irrigada é produzir mais alimentos visando uma melhor utilização da água. Tendo em vista o papel desse setor, como a “máquina que alimenta o mundo”, a concorrência por água não pode transformar-se em uma diminuição na produção de alimentos, nem menos, a redução absoluta da área irrigada no mundo (ALMEIDA, 2010).

### **3.4. Salinidade e Razão de absorção de sódio (RAS)**

Os riscos de salinização e sodificação dos solos são problemas que estão interligados quando refere-se a qualidade da água usada na irrigação, e estão diretamente relacionados com a capacidade de infiltração de água no solo. Uma vez que a RAS atua diminuindo essa quantidade de infiltração de água, e por outro lado a salinidade decorrente da quantidade de sais presentes, atua aumentando a quantidade de infiltração.

A RAS determina a sodicidade da água de irrigação, considerando a proporção de sódio em relação ao cálcio e magnésio. Este sódio presente na água de irrigação tende a elevar a porcentagem de sódio trocável no solo (PST), afetando a capacidade de infiltração deixando os solos com certa dificuldade de ser manejado, pois suas características físicas (porosidade, permeabilidade entre outras) são afetadas diretamente (CAVALCANTE, 2012).

A água pra irrigação é classificada, segundo Richards (1954) em: C e/ou S, seguindo o quantitativo da condutividade elétrica, e a RAS, respectivamente. Assim pode-se ter riscos de salinização entre;  $C_1$  - baixo,  $C_2$  - médio,  $C_3$  - alto e  $C_4$  - muito alto; e risco de sodificação entre;  $S_1$  - baixo,  $S_2$  - médio,  $S_3$  - alto e  $S_4$  - muito alto

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Coleta de Água

As amostras de água foram coletadas mensalmente durante um período de três meses (novembro 2017 a janeiro de 2018), em uma propriedade produtora de hortaliças: alface, coentro, couve-flor, rúcula, cebolinha, entre outras (Figura 1 A), localizada na comunidade Chã de Jardim, município de Areia (PB). As amostras foram obtidas de dois poços tubulares profundos, não jorrantes, com 40 e 52 metros de profundidade respectivamente (Figura 1 B).

A coleta de água (Figura 1 C) seguiu a metodologia de Silva, I. et al., (2011), que refere-se à coleta da água para irrigação, levando em consideração a fonte, obedecendo os procedimentos necessários. No caso dos poços, antes de coletar, houve o bombeamento suficiente para assegurar que a coleta seja representativa da água subterrânea amostrada, ou seja, faz a amostragem após 10 a 15 minutos de funcionamento da bomba.

**Figura 1** - (A) Cultivo das hortaliças; (B) Saída de água do Poço tubular profundo; (C) Coleta da Água.



(A)



(B)



(C)

Fonte: própria

Todas as coletas foram realizadas 6 horas da manhã, por ser a hora mais fria do dia. A água foi armazenada em recipientes de vidro (Figura 2) com capacidade para 500 mL (2 recipientes, totalizando 1000 mL de água por amostra) lacrados e identificados. Em seguida as amostras foram encaminhadas ao laboratório onde foram realizadas as análises.

**Figura 2** - Amostragem da água em recipientes de vidro.



Fonte: própria

## 4.2 Local das Análises

As análises foram realizadas no Laboratório de Química Analítica, pertencente ao Departamento de Química e Física do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, Paraíba.

## 4.3 Variáveis Estudadas

As variáveis analisadas são consideradas de importância à saúde humana, à produção vegetal e aos sistemas de irrigação (MESQUITA 2015; VASCONCELOS et al., 2013; VIALLE et al., 2011). O preparo das soluções e as análises basearam-se nos estudos da FUNASA (2013) (com exceção da turbidez e condutividade elétrica, que seguiram o manual dos equipamentos). Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros analisados e a metodologia utilizada. Todas as medidas foram feitas em triplicata.

**Tabela 1** - Parâmetros analisados e métodos utilizados.

PARÂMETRO	METODOLOGIA
<b>Alcalinidade total</b>	Titulação com H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>Gás carbônico livre</b>	Titulação com NaOH
<b>Cloretos</b>	Titulação com AgNO <sub>3</sub>
<b>Dureza total</b>	Titulação com EDTA
<b>pH</b>	Potenciômetro
<b>Turbidez</b>	Turbidímetro
<b>Temperatura</b>	Termômetro
<b>Condutividade elétrica</b>	Conduvímeter
<b>Ca, Na e K</b>	Fotômetro de chama
<b>Oxigênio dissolvido</b>	Eletrométrico (oxímetro),
<b>Cloro residual</b>	Titulação com Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Razão de Absorção de Sódio (RAS)</b>	$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$

Fonte: própria

De acordo com a Tabela 1, foram avaliados os seguintes parâmetros: alcalinidade, gás carbônico, cloretos, dureza, pH, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, Ca, Na e K, oxigênio dissolvido, cloro residual, e a Razão de Absorção de Sódio (RAS). O teor de Mg utilizado neste último parâmetro foi obtido seguindo as recomendações de APHA; AWWA; WEF, (1998).

O pH foi analisado com um aparelho da *MS Tecnopon modelo luca-210* (Figura 3 A), de acordo com FUNASA (2013). A turbidez e condutividade elétrica, foram medidas pelo aparelho turbidímetro da *Del Lab modelo DLT WV* (Figura 3 B) e condutivímetro da *MS Tecnopon modelo luca-150* (Figura 3 C), respectivamente, sendo os passos de análises seguidos de acordo com o manual de instrução de cada equipamento. A temperatura foi aferida com termômetro de mercúrio, sempre no momento da coleta, para evitar alterações de tal parâmetro.

**Figura 3 -** (A) Medidor de pH; (B) Turbidímetro; (C) Condutivímetro.



Fonte: própria

As análises de alcalinidade total, gás carbônico livre, cloretos e dureza total, foram feitas por meio de titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{EDTA}$ , respectivamente. A quantificação do cloro residual seguiu a metodologia do manual de procedimentos e técnicas laboratoriais voltadas para análises de águas da Universidade de São Paulo (2004), sendo realizada por meio de titulação com  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

As titulações foram feitas em triplicata, com a finalidade de obter dados mais precisos dos parâmetros analisados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão expostas as médias dos resultados obtidos para cada parâmetro analisado, de acordo com o período de realização das análises.

**Tabela 2** - Resultados das análises realizadas nas amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.

PARÂMETROS	AMOSTRAS					
	Novembro		Dezembro		Janeiro	
	I	II	I	II	I	II
pH	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,2
Oxigênio dissolvido mg/L	6,3	6,3	7,3	7,4	7,5	7,1
Turbidez (unt)	2,0	0,2	1,9	0,5	2,6	0,2
Temperatura (°C)	27	27	26	26	24	24
Cond. elétrica (µs/cm)	209,0	182,0	188,1	183,4	270,7	242,6
Na (mg/L)	44,3	37,3	23,33	21	40	30
K (mg/L)	4	5	3	4	4	5
Ca (mg/L)	2	2	3	3	2	2
Mg (mg/L)	7,3	8,1	6,7	7,1	7,7	10,8
Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	35,2	38,4	35,2	36,8	36,8	49,6
Gás carbônico (mg/L CO <sub>2</sub> )	6	8,8	19,6	24,8	16	30,8
Cloretos (mg/L Cl)	49	36	43	33	47	38
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	34,0	48,7	28,9	53,3	62,9	49,3
Cloro residual	0	0	0	0	0	0
Razão de Absorção de Sódio (RAS)	20,5	16,6	10,6	9,3	18,2	11,6

Fonte: própria

### 5.1 Parâmetros físico-químicos da água

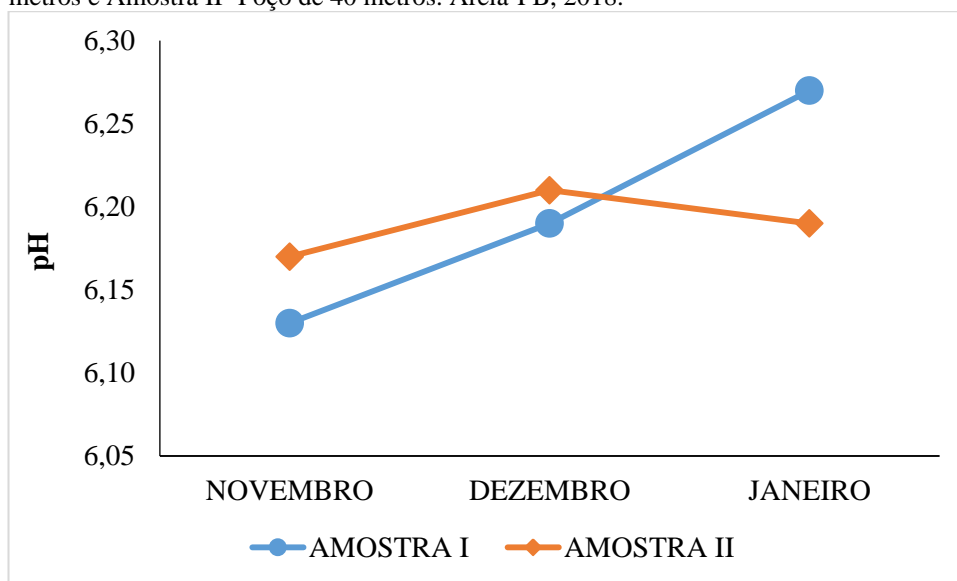
O pH das amostras de água variaram entre 6,1 e 6,3, isso pode ter ocorrido devido às condições climáticas e tipos de rochas presentes na região semiárida do Nordeste, que favorecem a acidez da água (Gráfico 1). Além disso águas subterrâneas tem pH inferior a águas superficiais devido ao aprisionamento do CO<sub>2</sub>, que contribui em tal redução.

Segundo FUNASA (2004), o valor do pH varia entre 0 e 14, quando a água apresenta valores abaixo de 7 é considerada ácida, e acima de 7, pode ser considerada alcalina, mas se o pH for 7 a água é neutra. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5 (MARINS et al., 2002). De acordo com Silva, I. et al. (2011), o pH ideal para água de irrigação dever estar no intervalo de 6,5 e 8,5. Já a resolução CONAMA 357/2005 refere-se às



águas do tipo classe 1, com pH entre 6 e 8, garantindo-as de boa qualidade para consumo humano e uso diversos. Stein et al. (2012), afirmaram que as águas do aquífero Barreiras no estado do Rio Grande do Norte, tendem a serem pouco ácidas com pH médio de 6,18. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade total.

**Gráfico 1** - Valores do pH das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.



Fonte: própria

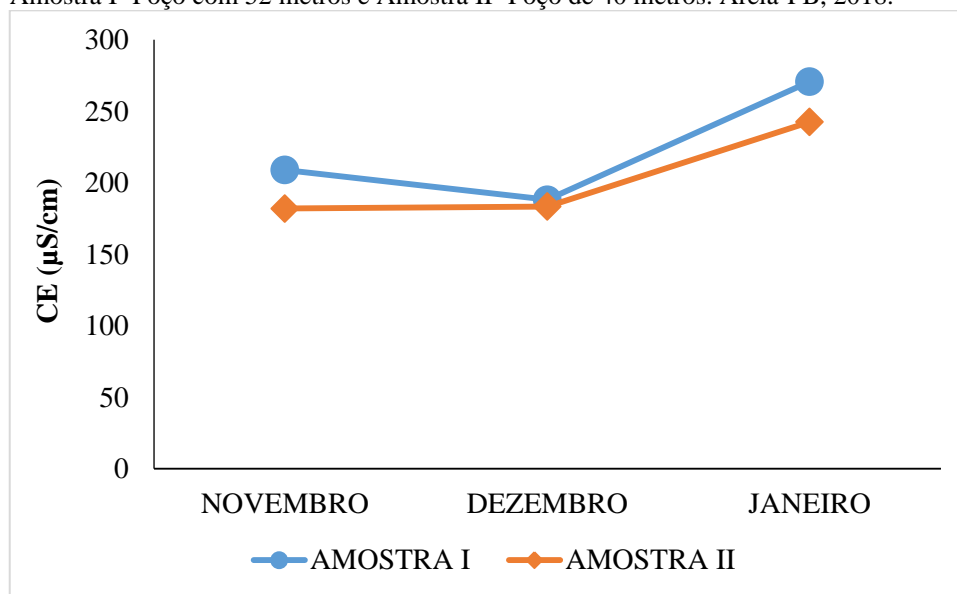
Conforme consta na Tabela 2, as amostras analisadas apresentaram quantidades de gás carbônico livre, dentro dos limites aceitáveis, variando entre 6 a 19 na amostra I, e 8,8 a 30 na amostra II, nas três análises. De acordo com FUNASA (2004), o gás carbônico livre em águas subterrâneas pode apresentar-se acima de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ , corroborando com os resultados do presente trabalho.

Ao avaliar o parâmetro alcalinidade (Tabela 2) observa-se uma variação entre os valores das amostras I e II, ficando entre 34 e 62,9; 48,7 e 53,2  $\text{mg/L CaCO}_3$ , respectivamente. O valor médio obtido por Stein et al. (2012), foi de 9,78  $\text{mg/L CaCO}_3$ , variando de 1,00 a 21,26  $\text{mg/L CaCO}_3$ , em seus estudos. O autor ainda afirma, que alcalinidade é o quantitativo total de substâncias contidas na água capazes de neutralizarem ácidos.

A condutividade elétrica é um dos principais parâmetros a serem analisados em água, uma vez que está diretamente ligada aos riscos de salinidade dos solos. Na água dos poços investigados, durante os meses de avaliação, a condutividade elétrica das amostras I e II, variou

entre 182 e 270,73 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), na qual o mês de janeiro apresentou os maiores valores (Gráfico 2).

**Gráfico 2** - Valores de condutividade elétrica das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.

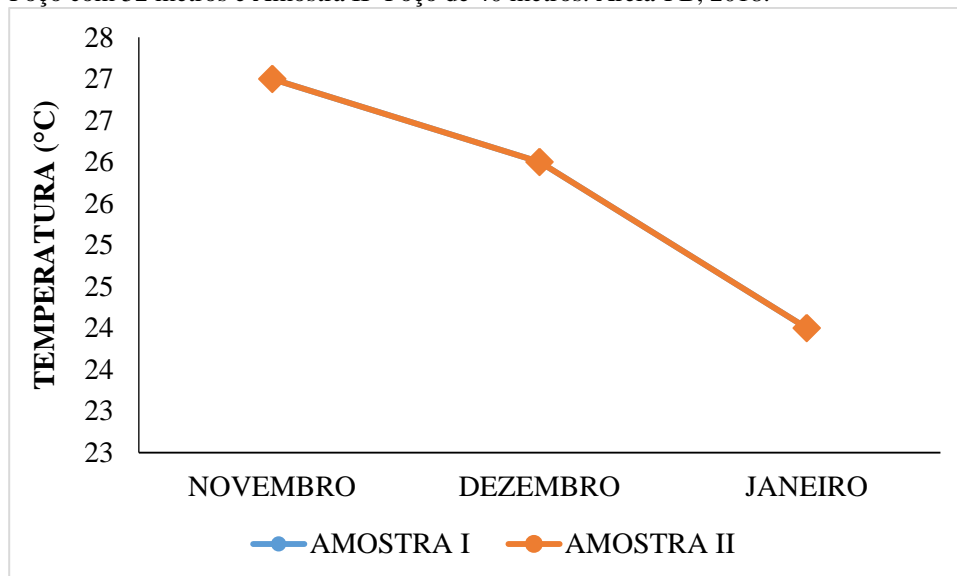


Fonte: própria

Segundo a literatura, meses mais quentes sem ocorrências de chuvas tendem a concentrar uma maior quantidade de sais. Com isso a condutividade elétrica eleva-se. Cavalcante et al., (2012) ao analisar águas do município de Areia encontrou CE (condutividade elétrica) com valores quase duas vezes maiores que as encontradas neste estudo. Silva et al., (2017) analisando água de poços da cidade de Remígio (PB) obteve valores de condutividade elétrica que variou de 370,0 a 557,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valores bem mais elevados, que os determinados nesta pesquisa. Segundo Libânio (2010), águas naturais proporcionam usualmente condutividade elétrica inferior a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , podendo atingir 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em corpos d'água que recebem altas cargas de efluentes domésticos e industriais.

A temperatura é um parâmetro importante para água, pois influi em algumas de suas propriedades, como densidade, viscosidade e oxigênio dissolvidos. Visualiza-se no Gráfico 3, que a temperatura de ambos os poços, variou durante o período de análises, ficando entre 27 e 24 °. Apesar das coletas serem durante os meses mais quentes do ano, elas foram realizadas nas horas mais frias do dia, pra não haver alterações. Como observa-se, no mês de janeiro a temperatura foi a mais baixa, isso aconteceu devido às chuvas de verão nesse mês, que coincidiram com o dia da coleta.

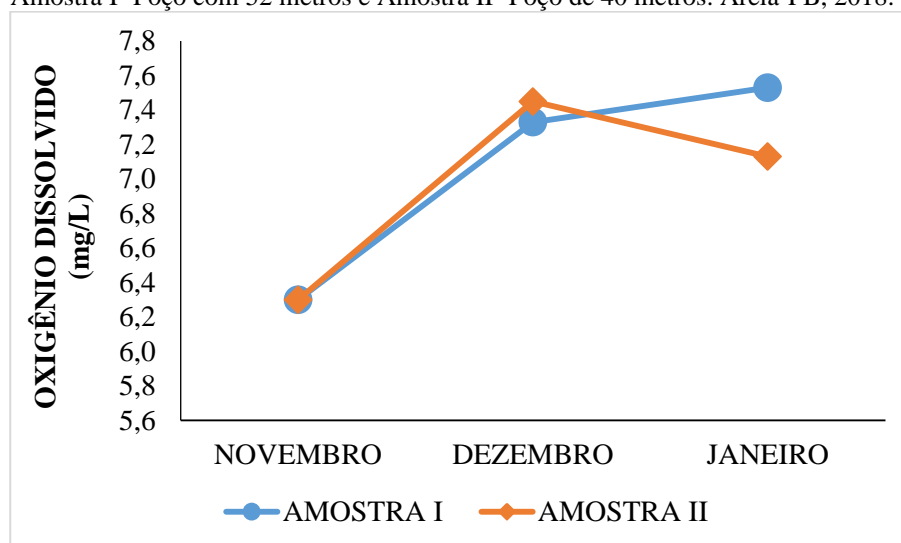
**Gráfico 3** - Valores de temperaturas das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.



Fonte: própria

Segundo a resolução 357/2005 do CONAMA, águas com quantias de oxigênio dissolvido acima de  $6 \text{ mg L}^{-1}$ , são águas doces que enquadram-se na classe 1, sendo próprias para o consumo humano. Diante disso, os valores de oxigênio dissolvido na água analisada dos dois poços variaram entre  $6,3$  e  $7,53 \text{ mg L}^{-1}$ , não havendo diferenças elevadas desse elemento em ambos, estando dentro dos limites de referência para uso, tanto no cultivo de vegetais como para o consumo humano (Gráfico 4).

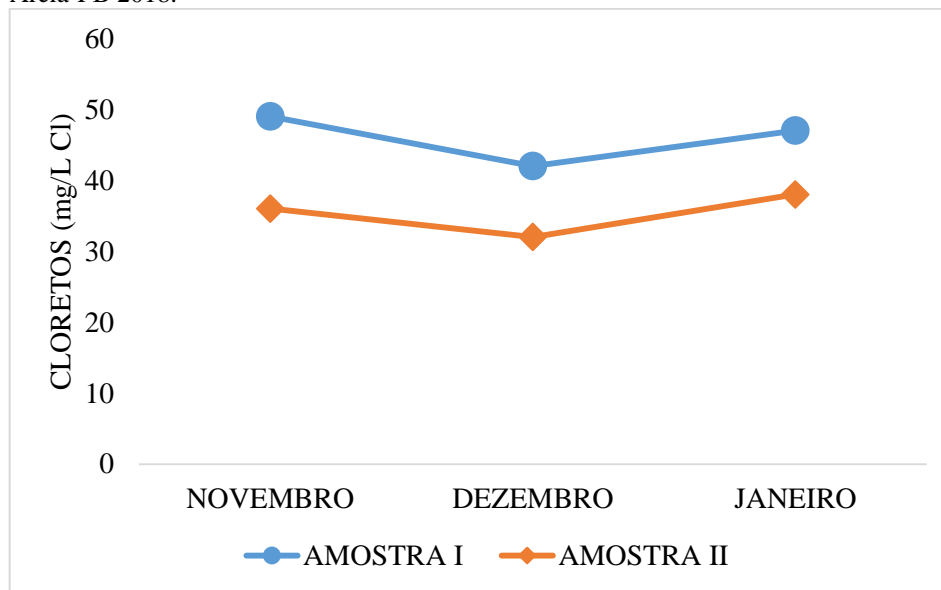
**Gráfico 4** - Valores de oxigênio dissolvido das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.



Fonte: própria

A quantidade de cloretos nas amostras analisadas, estiveram entre 30 e 50 mg/ L (Gráfico 5), valores estes bem abaixo dos estabelecidos pela FUNASA (2004), que são de 220 mg L<sup>-1</sup>. Em estudo da qualidade de água de cacimba realizado por Monteiro et al. (2017), a quantidade de cloretos esteve em torno de 50 mg/L, valores similares ao deste trabalho.

**Gráfico 5** – Valores das concentrações de cloretos (mg/L) das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB 2018.

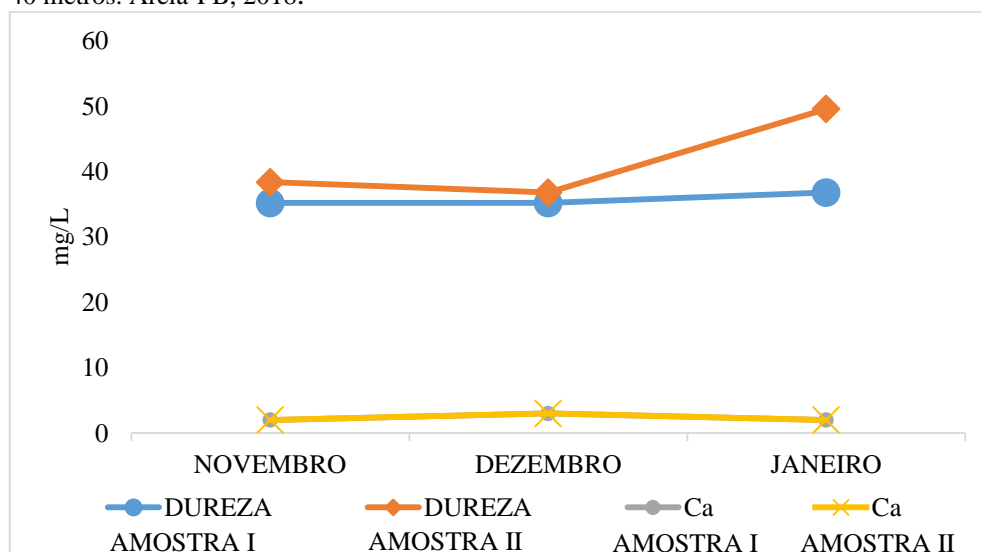


Fonte: própria

Os cloretos estão na forma de NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, que em quantidades elevadas, afetam o sabor, limitando o seu uso, até mesmo para irrigação, em alguns casos. Quando esse componente apresenta-se elevado na água, não havendo ação de fatores geológicos, tal contaminação pode ocorrer por efluentes industriais ou domésticos (COSTA et al., 2012; POHLING, 2009).

Com relação aos resultados da dureza da água observa-se no Gráfico 6, que os valores estiveram entre 35,2 e 49,6 mg/ L. Água com dureza inferiores a 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L é considerada mole ou branda. Valores altos de dureza evidenciam indícios de despejos industriais. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al., (2015), em estudos referentes à água para irrigação, nos quais foram obtidos valores de dureza total em torno de 45 mg /L. Podendo afetar os sistemas de tubulações para irrigação, causando entupimento de bombas e emissores se a água tiver elevado nível de dureza.

**Gráfico 6** - Variação das concentrações de dureza total (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ) e Ca (mg/L), das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.



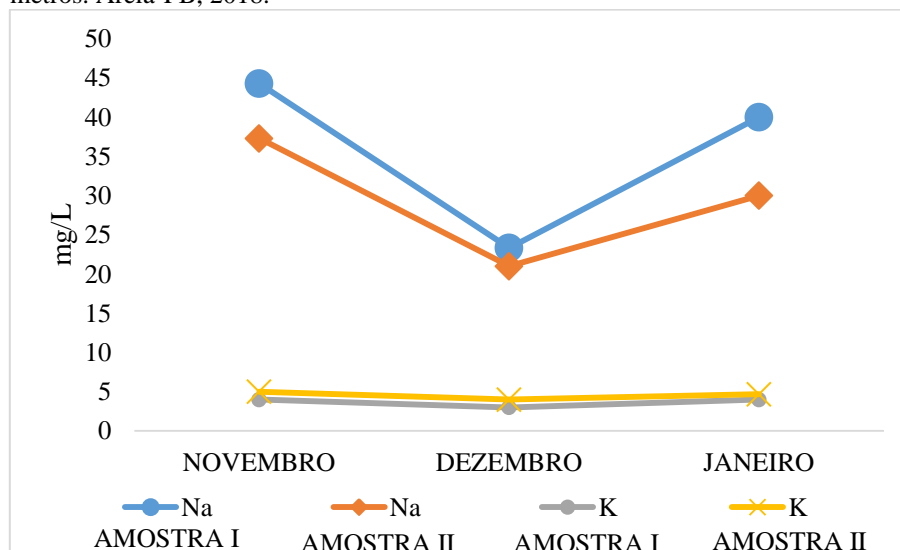
Fonte: própria

As concentrações de cálcio estiveram entre as médias 2 mg/L e 3 mg/L nas amostras analisadas (Gráfico 6). A literatura indica um valor máximo desejável de 75 mg/L e o máximo permissível de 200 mg/L, assim observa-se que os valores obtidos na pesquisa mantiveram-se abaixo do desejável. Em pesquisas de Ferreira et al. (2015), foram encontrados valores próximos a  $23,5 \text{ mg L}^{-1}$ . O cálcio é um nutriente importante para as plantas ajudando a impedir seu estresse devido à presença de metais pesados e/ou salinidade, sendo ainda, o principal elemento responsável pela dureza da água. O teor de cálcio nas águas subterrâneas do aquífero Barreiras, esteve em média de 4,17 mg/L (STEIN et al., 2012).

As amostras dos poços apresentaram valores de concentração de  $\text{Na}^+$  de 44,3 mg/L e 40 mg/L, nos meses de novembro e janeiro, respectivamente (Gráfico 7). Os valores de sódio registrados nos mencionados poços caracterizam elevada concentração de sódio para esses meses, períodos nos quais as chuvas estão mais escassas e os sais tendem a se concentrarem, indicando que necessita cautela quanto ao uso dessa água para irrigação, procurando implantar sempre culturas adaptadas a essas condições (BARROSO, 2010).

O potássio (K) é um elemento químico em abundância na crosta terrestre, sendo que nas águas subterrâneas, apresenta-se em pequena quantidade, pois é facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais. As concentrações de K nas amostras I e II ficaram em torno de 3 a 5 mg/L, nos meses de análises (Gráfico 7). O teor médio de potássio nas águas subterrâneas avaliadas por Stein et al. (2012), foi de 1,37 mg/L.

**Gráfico 7** - Valores das concentrações de Na e K (mg/L), das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018.



Fonte: própria

Nas amostras coletadas de ambos os poços, não houve a presença de cloro residual. Um fato já esperado, uma vez que esse elemento é encontrado em águas que foram submetidas à algum tipo de tratamento sanitário.

## 5.2 Risco de Salinização e Sodificação

Na Tabela 3 estão expostas as classificações da água de acordo com Richards, (1954), levando em consideração os quantitativos da condutividade elétrica e a Razão de Absorção de Sódio – RAS (Tabela 2).

**Tabela 3** - Classificação das amostras de água coletadas em poços tubulares profundos não jorrantes durante o mês de nov./2017; dez./2017 e jan./2018. Amostra I- Poço com 52 metros e Amostra II- Poço de 40 metros. Areia-PB, 2018, quanto salinização e solidificação.

AMOSTRAS	CLASSIFICAÇÃO		
	NOVEMBRO	DEZEMBRO	JANEIRO
I	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
II	C <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> S <sub>2</sub>
Salinização	Baixo	Baixo	Médio/Baixo
Sodificação	Alto	Médio	Alto/Médio

Fonte: própria

Richards (1954) classifica as águas para irrigações em: C<sub>1</sub> - baixo, C<sub>2</sub> - médio, C<sub>3</sub> - alto e C<sub>4</sub> - muito alto, para riscos de salinização e; S<sub>1</sub> - baixo, S<sub>2</sub> - médio, S<sub>3</sub> - alto e S<sub>4</sub> - muito alto para risco de sodificação.

Ao observar a Tabela 3, nota-se que a maioria das amostras de águas pode ser classificada como água de salinidade média e alta sodificação.

Os riscos da água sodificar os solos são muito mais agressivos, do que riscos com salinização, uma vez que tal acontecimento ocasiona perda da qualidade física do solo, ficando este mais resistente ao manejo necessário (CAVALCANTE et al., 2012).

Apesar dos poços estarem dentro das áreas de produção, as águas subterrâneas não foram afetadas pelas atividades agrícolas realizadas. Um fator importante é o cultivo orgânico realizado na área. Mas vale ressaltar, a importância do manejo adequado nos sistemas de produção irrigados, uma vez que a irrigação é responsável por carregar muitos sais para partes subterrâneas, assim podendo causar contaminações dos solos e lençóis freáticos.

## 6 CONCLUSÕES

Todos os parâmetros físico-químicos analisados (pH, CE, OD, gás carbônico, temperatura, dureza, turbidez, cloretos) estão dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde e das Resoluções nº 357 de 17 de março de 2005 e nº 396, de 3 de abril de 2008; do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Quanto à salinidade as amostras de águas analisadas foram classificadas em  $C_1$  e  $C_2$ , que indica água de salinidade baixa e média, respectivamente e quanto a sodificação essas foram classificadas em água do tipo  $S_2$  e  $S_3$ , que indica um risco de sodificação de médio a alto.

Com isso pode-se concluir que a água pode ser usada sem problemas tanto para a irrigação como para o consumo humano. Sendo necessário um certo cuidado com relação ao manejo da mesma, para garantir qualidade da produção vegetal, dos solos e da saúde humana.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Panorama das águas no Brasil**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semiárido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.873-880, 2006.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 1998, 937p.
- BORTOLI, J. **Qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada para consumo humano e dessedentação animal em propriedades rurais produtoras de leite na região do Vale do Taquari/RS**. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2016.
- BOSO, A. C. M. R.; GABRIEL, C. P. C.; PIAZENTIN, J. C. Análise dos parâmetros da qualidade da água destinada a irrigação. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n. 6, p.1-8, 1 dez. 2016.
- BRASIL. **Manual de saneamento**. 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007.
- BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- BRASIL. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
- BRASIL. **Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008.
- CARVALHO, W. **INFOGRÁFICO: dados mostram panorama mundial da situação da água**. 2016. Disponível em: <<http://www.boavontade.com/pt/ecologia/infografico-dados-mostram-panorama-mundial-da-situacao-da-agua>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- CAVALCANTE, L. F. et al. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: **O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água**. João Pessoa: Sal da Terra, 2012. Cap. 1. p. 17-65.
- CÉLICO, A. S. **Influência da adubação orgânica na qualidade da água destinada à irrigação de hortaliças**. 2015. 93 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2015.
- COSTA, C. L. et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p.171-180, 2012.

FERNANDES, D. A., et. al. Uso da água e sustentabilidade da agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v. 8, n. 5, p. 101 - 107, 2013.

FERREIRA, A. C.; ROCHA, L. C.; FIGUEIREDO, M. A. Análise do índice de qualidade de água na bacia do córrego do rio acima, São João Del-Rei/MG. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 15, p. 94-105. 2015.

FIOROTTI, J. L. et al. Horta: a importância no desenvolvimento escolar. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14, 2011, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** São José dos campos: Universidade Vale do Paraíba, 2011. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2010/anais/arquivos/0566\\_0332\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0566_0332_01.pdf). Acesso em: 29 nov. 2017.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. 1. ed. Brasília: 2014. 112 p.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 1. ed. rev. Brasília, 2004, 146 p.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. rev. Brasília, 2013, 150 p.

GALIZONI, F. M.; RIBEIRO, E. M. Bem comum e normas costumeiras: a ética das águas em comunidades rurais de Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 77-94, 2011.

GARCIA FILHO, E. et. al. **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva de hortaliças do Brasil**. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Brasília: CNA, 2017. 79 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. Ed., Campinas: Editora Átomo, 494p., 2010.

LIMA, J. O. G. de; FRANÇA, A. M. M.; LOIOLA, H. G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Revista Virtual de Química**, Ceará, v. 6, n. 2, p. 279-292, 2014.

LIMA, N. A. et al. Qualidade da água de irrigação das hortas comunitárias em Teresina, PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte. **Anais eletrônicos...** Belo Horizonte: IBEAS, 2014. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VIII-026.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

MACEDO. A. B. M. Desempenho Hidráulico de um sistema de irrigação por microaspersão utilizando dois tipos de emissores. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 2, p. 82-86, 2010.

MANUAL DE PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS LABORATORIAIS VOLTADO PARA ANÁLISES DE ÁGUAS E ESGOTOS SANITÁRIO. Escola Politécnica Da Universidade De São Paulo. 2004.

E INDUSTRIAL MESQUITA, D. R. et al. Ocorrência de parasitos em alface crespa (*Lactuca sativa* L.) em hortas comunitárias de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Patologia Tropical**, v. 44, n. 1, p. 67-76, 2015.

MONTEIRO, G. F.; LIMA, et al. Avaliação físico-química da qualidade da água de uma cacimba localizada na cidade de Areia-PB. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2., 2017. Campina Grande. **Anais eletrônicos...** Campina Grande: CEMEP, 2017. v. 1. Disponível em: <[http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO\\_EV070\\_MD1\\_SA6\\_ID399\\_13052017224504.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV070_MD1_SA6_ID399_13052017224504.pdf)>. Acesso em: 28 dez. 2017.

PENA, R. F. A. "**Escassez de água no Brasil**"; Brasil Escola, 2014. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/escassez-agua-no-brasil.htm>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água**. Fortaleza: Arte Visual, 2009.

QUEIROZ, K. B. Qualidade físico-química da água para irrigação ao meio a escassez no Maciço De Baturité-CE. **Mostra Científica em Biomedicina**, Baturité-CE, v. 1, n. 1, p.1-4. 2016.

RICHARDS, L. A. Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos da America. 5. ed. México: Limusa, 1954. 172 p.

SANDRI, D.; ROSA, R. R. B. Atributos químicos do solo irrigado com efluente de esgoto tratado, fertirrigação convencional e água de poço. **IRRIGA - Brazilian Journal of Irrigation and Drainage**, Botucatu, v. 22, n. 1, p.18-33, 2017.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Métodos de Irrigação Em Hortaliças**. Brasília – DF, 2015, 43 p.

SILVA, A. B. et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 31, n. 2, p.109-118, 2017.

SILVA, A. F. S. et al. Bacteriological analysis of horticultural irrigation water. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.428-438, 15 abr. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1798>.

SILVA, E. M. N. C. P. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011.

SILVA, I. N. et al. Qualidade de água na irrigação. **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 07, n. 3, p. 01-05, 2011.

SOUZA, C. A., et al. Análise comparativa da qualidade de água para irrigação em três sistemas hídricos conectados no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 6, p.1011-1022, 2016.

STEIN, P. et al. Qualidade das águas do aquífero Barreiras no setor sul de Natal e norte de Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42 (Suppl 1), p. 226-237, 2012.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, 2015 p. 2017.

VASCONCELOS, R. S. et al. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do Baixo Acaraú. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 3, n. 1, p. 30-38, 2013.

VIALLE, C. et al. Monitoring of water quality from roof runoff: Interpretation using multivariate analysis. **Water Research**, v. 45, n. 12, p. 3765- 3775, 2011.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 20., 2008. Natal. **Anais eletrônicos...**

Disponível em: <

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23802/15867>. Acesso em: 28 dez. 2017.